

教师-AI-学生三元结构在《物理化学》教学中的构建路径探索与实践

魏云霞*, 饶红红, 逯桃桃

兰州城市学院化学工程学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2025年8月13日; 录用日期: 2025年9月10日; 发布日期: 2025年9月19日

摘要

随着人工智能技术的飞速发展, 教育领域正经历着前所未有的变革。本文探讨了教师-AI-学生三元结构在《物理化学》教学中的应用与构建路径, 分析了该结构对教学流程、资源建设和评价体系的影响。结果表明, 三元结构能够有效提升《物理化学》课程的教学效果, 促进学生的个性化学习和创新能力的培养。

关键词

教师-AI-学生三元结构, 物理化学教学, 个性化学习, 创新教育

Exploration and Practice of Constructing the Teacher-AI-Student Ternary Structure in the Teaching of “Physical Chemistry”

Yunxia Wei*, Honghong Rao, Taotao Lu

School of Chemical Engineering, Lanzhou City University, Lanzhou Gansu

Received: Aug. 13th, 2025; accepted: Sep. 10th, 2025; published: Sep. 19th, 2025

Abstract

With the rapid development of artificial intelligence technology, the field of education is undergoing an unprecedented transformation. This paper explores the application and construction path of the teacher-AI-student ternary structure in the teaching of “Physical Chemistry”. It analyzes the impact of this structure on teaching processes, resource development, and evaluation systems. The results

*通讯作者。

文章引用: 魏云霞, 饶红红, 逯桃桃. 教师-AI-学生三元结构在《物理化学》教学中的构建路径探索与实践[J]. 职业教育发展, 2025, 14(9): 276-283. DOI: 10.12677/ve.2025.149441

indicate that the ternary structure can effectively enhance the teaching effectiveness of “Physical Chemistry”, promoting personalized learning and fostering students’ innovative abilities.

Keywords

Teacher-AI-Student Ternary Structure, Physical Chemistry Teaching, Personalized Learning, Innovation Education

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

习近平在党的二十大报告中明确指出：“推进教育数字化，建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”[1]，这一重要论述为我国教育事业的发展指明了方向。教育数字化不仅是我国开辟教育发展新赛道的重要举措，更是塑造教育发展新优势的关键突破口。《物理化学》作为化学学科的核心基础课程，其内容抽象且理论性强，对教师的讲授和学生的学习均构成挑战。传统的教学模式往往侧重于知识的单向传递，忽视了学生主体性的发挥和个性化需求的满足。随着人工智能技术的深入应用，教育结构正从师生二元结构向教师-AI-学生三元结构转变，为《物理化学》教学带来了新的机遇和挑战。本文旨在探索教师-AI-学生三元结构在《物理化学》教学中的构建路径，并通过实践案例验证了其有效性。

2. 教师-AI-学生三元结构的理论基础

中国工程院院士郑庆华指出，教育正从师生二元结构裂变为师、机、生三元共生体[2]。这一转变意味着人工智能不再仅仅是教学工具，而是成为与教师、学生并列的教育主体，参与知识的生产、传递和评价全过程。在教师-AI-学生三元结构中，教师负责教学设计和价值引导，AI 提供个性化学习支持和数据分析，学生则作为学习主体积极参与知识的建构。这种互动模式实现了“机器效率”与“人类灵性”的协同效应，提升了教学效率和学生的学习体验。

3. 教师-AI-学生三元结构在《物理化学》教学中的构建路径

3.1. 教学流程的重塑

3.1.1. 课前准备

利用 AI 技术，教师可以快速生成课程案例、设计思政教学点、梳理课程大纲等，提高备课效率。利用数字人讲师，依托数字人技术，更新视频学习资源，助力学生线上学习。

3.1.2. 课中实施

学情分析：AI 根据学生课前预习的反馈和互动问题，总结高频问题及学习难点，助力教师及时调整教学安排，实现精准施教。例如，我们的《物理化学》课程通过 AI 分析学生的预习数据，动态调整课堂内容，提高教学针对性。

3.1.3. 课后巩固

学习回顾：课堂结束后，利用 AI 教学中心智慧教学工具自动生成本节课的思维导图、知识点总结，实现多模态复习资源的高效整合。

智能批改: AI 根据教师提前设置好的批改规则, 对学生提交的课程报告、小论文、主观题进行批改, 并生成符合学生个性化偏好的评语。教师审核后发给学生, 提高批改效率及质量。

3.2. 教学资源建设

3.2.1. 知识图谱构建

构建《物理化学》知识图谱, 涵盖学习地图、知识图谱、知识列表、目标图谱、课程思政图谱等, 实现知识逻辑的可视化。例如, 我们的《物理化学》课程团队精心凝练了 179 个核心知识点, 匹配 2045 道针对性强的关联试题和 125 个精选教学资源, 构建了较为全面丰富的知识图谱, 如图 1 所示。

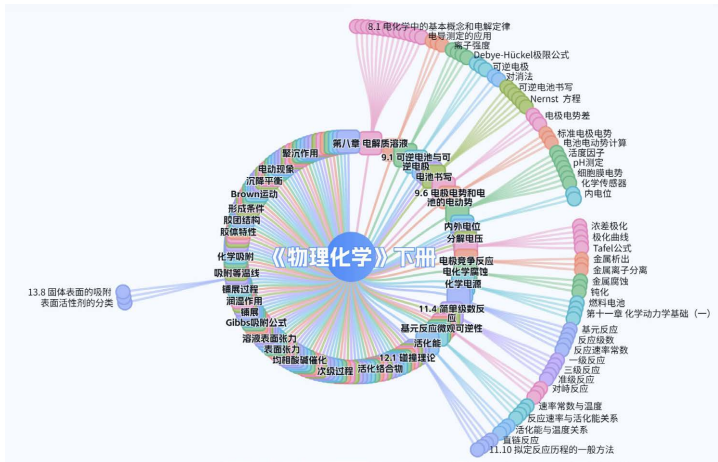


Figure 1. Knowledge graph of “Physical Chemistry”
图 1. 《物理化学》知识图谱

3.2.2. 多元化教学资源库的建设

建设高质量物理化学课程资源库、习题库、思政库等, 借助 AI 技术建设不同难度等级的在线题库, 根据学生学习水平推送不同难度的题目, 实现“千人千卷”的个性化练习, 如图 2 所示。



Figure 2. Knowledge base of “Physical Chemistry”
图 2. 《物理化学》知识库

3.3. 评价体系的多元化构建

3.3.1. 实时学情监测

搭建课后学情分析模块，实现实时学情监测和分析。教师利用线上学习平台记录学生观看教学视频的时长、参与讨论的活跃度、作业完成的准确率及完成时间等行为数据，全面可视化呈现学生的在线动态学习情况，并及时调整教学策略。

3.3.2. 四维联动测试体系

构建“课前诊断 - 课中监测 - 课后巩固 - 单元测评”四维联动测试体系，实现教学全流程数据闭环(如图 3 所示)。教师通过 AI 教学中心实时采集学生答题数据，精准定位知识盲区，针对性开展专题辅导，全面提高人才培养质量。

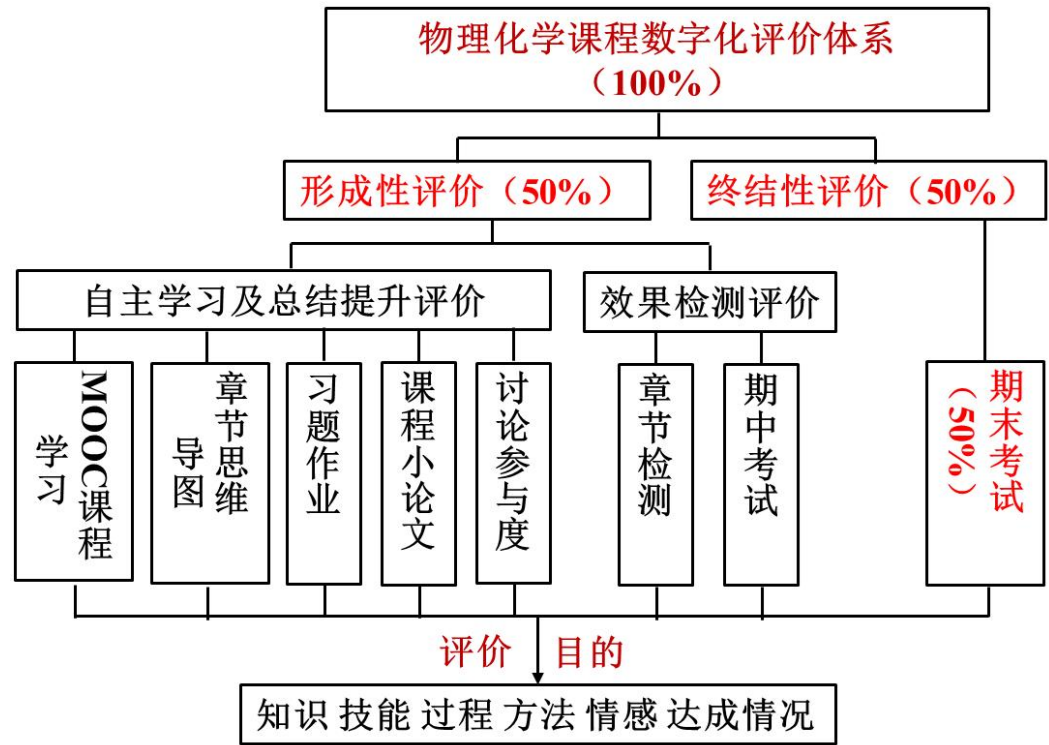


Figure 3. Course evaluation system
图 3. 课程评价体系

4. 实践案例分析

4.1. 多样化的预习资料

学生进入学习通，选择自己班级所在的《物理化学》课程，教师可以通过后台的学生管理功能，对学生进行管理，并实时查看学生在线上平台中的学习情况。

教师提前上传课前预习资源，并在上课前发布通知，提醒学生进行课前预习(如图 4 所示)。单独的预习可能会遇到一些难以解决的问题和疑惑。为此，教师鼓励学生通过学习小组，定期进行讨论和交流。通过小组讨论，学生可以分享各自的见解和思路，互相启发和借鉴，共同探讨在预习中所遇到的疑问，促进互动，启发高阶思维 and 创新能力。



Figure 4. Partial preview materials
图 4. 部分预习资料

4.2. DeepSeek 赋能课程

研究表明，在热力学第二定律等抽象章节中，近四成学生存在“课堂听懂却无法解题”的现象[3]。教学反馈的延迟性导致知识漏洞呈现累积效应，这种结构性问题难以通过单纯改进教学方法完全消除。智能技术的介入重构了教学要素的关系网络。AI 并非简单替代教师或辅助学生，而是创造性地搭建起双向反馈通道。

4.2.1. 可视化与动态模拟使抽象概念具象化

例如：为了帮助学生更好地理解卡诺循环，利用 DeepSeek 输出其动态演示(如图 5 所示)，不仅可以提高教学效果，还能激发学生的兴趣和创造力。通过动态展示学生能够更直观地理解这一复杂的热力学概念，从而提升学习效率和掌握程度。同时，教师在传授知识的同时教会学生类似操作，以便学生对其他抽象的知识进行类似处理。

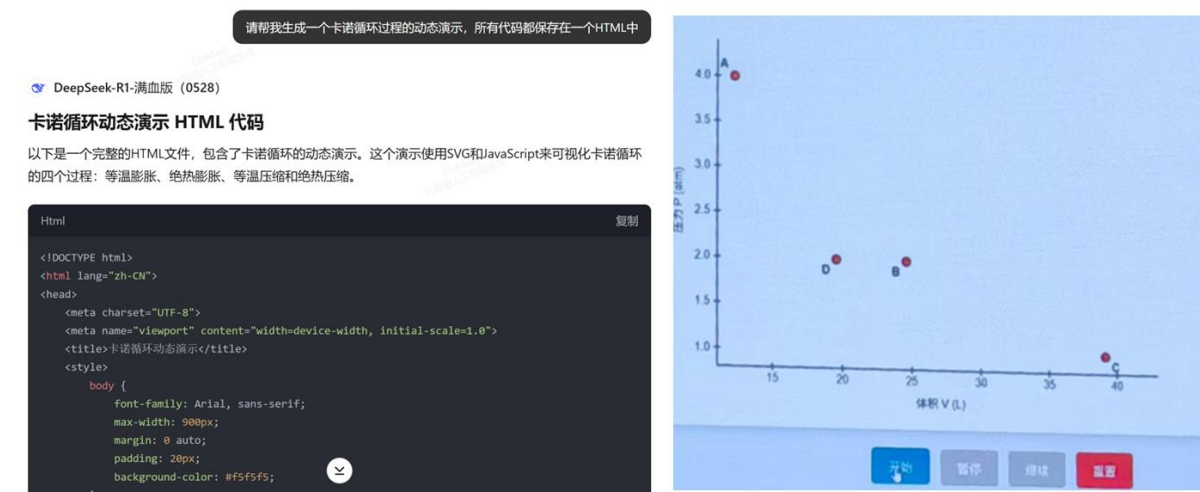


Figure 5. DeepSeek-empowered Carnot cycle
图 5. DeepSeek 赋能卡诺循环

4.2.2. 对某一特定知识点进行归纳总结

利用 DeepSeek 对《物理化学》特定知识点进行归纳总结，可显著提升学习效率与理解深度。例如，热力学中涉及状态函数变的计算较多，不同条件下使用不同的公式。这一部分内容，学生经常感到力不从心。可以教会学生利用 DeepSeek 将某一状态函数变的计算总结成知识卡片(如图 6 所示)，可显著提升学习效率。

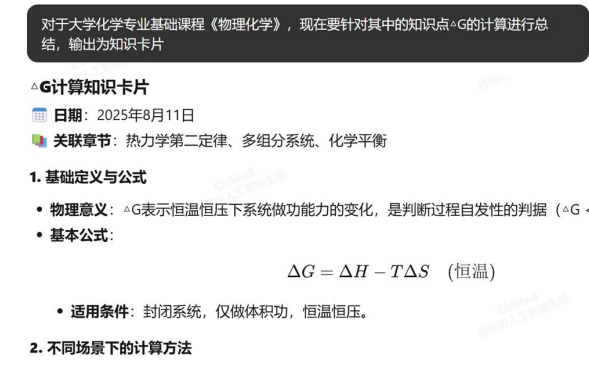


Figure 6. Generation of knowledge cards
图 6. 知识卡片的生成

4.2.3. 一键生成课程思维导图

在物理化学课程每章学习结束后，我们会让学生根据自己的思路制作章节思维导图。这将有助于培养学生的逻辑思维能力和条理性。思维导图作为一种非线性思考工具，其通过可视化方式呈现信息，可以帮助学生梳理知识脉络，提高学习效率。通过绘制章小结思维导图(如图 7 所示)，学生可以更好地把握各章知识间的逻辑关系，加深理解[4]。教会学生利用 X-Mind 软件绘制章小结思维导图，并将其作品上传到学习通上，学生进行互评，相互学习，取长补短，共同进步，同时教师可以通过后台查看学生提交的章小结思维导图，对其进行评阅，并提供反馈意见。



Figure 7. Generation of mind maps
图 7. 思维导图的生成

4.3. 数字化评价方式与应用

中共中央、国务院印发的《深化新时代教育评价改革总体方案》[5]明确指出,“创新评价工具,利用人工智能、大数据等现代信息技术,探索开展学生各年级学习情况全过程纵向评价、德智体美劳全要素横向评价”,这意味着当代高等教育的评价从选拔逐步走向促进学生个性化成长[6]。在实际教学中,教师可以借助数字化教学管理平台,对学生进行多角度、个性化、发展性的评价。我们的学生每学期的总成绩满分为100分,由过程性评价成绩(50%)和终结性评价成绩(50%)组成。其中终结性评价成绩主要通过期末考试的形式进行评定,而过程性评价成绩包括期中考试(15%)以及平时成绩(35%),平时成绩包含课堂讨论、小组报告、习题作业、章小结思维导图、线上课程学习等方面,实现评价贯穿课堂前中后,充分结合线上线下教学,进而生成形成性评价(如图8所示)。利用线上教学平台辅助教学进行数字化评价,一方面提高了评价效率,另一方面也为学生学习体验的提升以及促进教育公平方面提供了有力支持。

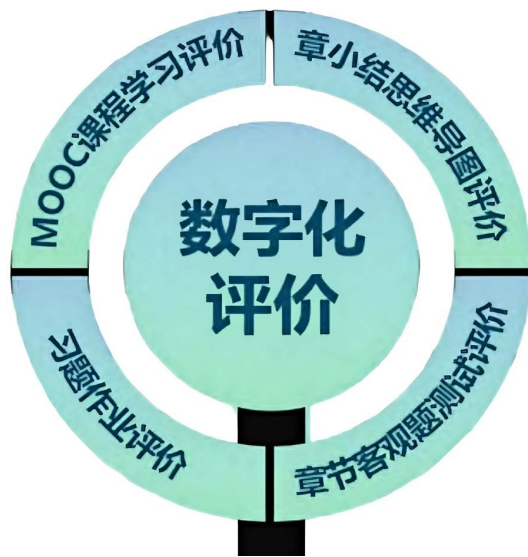


Figure 8. Components of digital evaluation
图8. 数字化评价组成

5. 结论与展望

教师-AI-学生三元结构在《物理化学》教学中的应用,有效提升了教学效果和学生的学习体验。通过重塑教学流程、建设多元化教学资源 and 构建多元化评价体系,实现了知识的个性化传递和学生的全面发展。未来,随着人工智能技术的不断发展,教师-AI-学生三元结构将在更多学科和课程中得到应用和推广,为培养新时代创新型人才注入新的动力。

教育智能化的终极目标不是技术炫技,而是回归育人本质。《物理化学》教学的三元结构转型,本质上是将AI的算力优势、教师的育人智慧、学生的认知规律进行有机融合。这种结构创新不仅提升知识传授效率,更重要的是培养学生在智能时代的批判性思维与人机协作能力,为创新人才培养开辟新的可能性空间。

基金项目

兰州城市学院教学研究与改革项目: AI 赋能化学专业基础课教学改革创新——以《物理化学》课程为例(2024-jy-24)。

参考文献

- [1] 推进教育数字化[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202304/t20230427_1057446.html, 2025-03-12.
- [2] 郑庆华. 人工智能赋能创建未来教育新格局[EB/OL]. 人民网, 2024-03-07.
<http://app.people.cn/h5/detail/normal/5702031102297088>, 2025-07-15.
- [3] 贾雪平, 丁津津, 朱玥, 缪建文, 葛存旺, 张跃华, 葛明. “翻转课堂 + 混合式”教学模式在物理化学实验课程中的探索与实施[J]. 大学化学, 2023, 38(1): 56-64.
- [4] 陈亚苟, 宁清茹. 思维导图在物理化学教学中的应用[J]. 大学化学, 2017, 32(3): 24.
- [5] 中共中央 国务院印发《深化新时代教育评价改革总体方案》[EB/OL]. 2020-10-13.
https://www.gov.cn/zhengce/2020-10/13/content_5551032.htm, 2025-07-18.
- [6] 袁振国. 教育数字化转型: 转什么, 怎么转[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2023, 41(3): 1.